

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—11348

⑪ Int. Cl.³
G 01 N 23/04

識別記号

庁内整理番号
6367—2G

⑬ 公開 昭和56年(1981)2月4日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 放射線画像の階調処理方法

⑯ 発明者 石田正光

南足柄市中沼210番地富士写真
フィルム株式会社内

⑰ 特 願 昭54—87805

⑱ 出 願 昭54(1979)7月11日

⑲ 出 願 人 富士写真フィルム株式会社

⑳ 発 明 者 加藤久豊

南足柄市中沼210番地

南足柄市中沼210番地富士写真
フィルム株式会社内

㉑ 代 理 人 弁理士 柳田征史 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

放射線画像の階調処理方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 蓄積性蛍光体に放射線画像を記録する際に、前記蓄積性蛍光体もしくはこの蓄積性蛍光体に沿って別に設けた蛍光体が発する発光光を画像の各部に亘って光電的に検出し、得られた信号のうち最大値 S_{max} と、最小値 S_{min} と、平均値 \bar{S} とを用い、 $\log S_{max} - \log S_{min}$ の差が一定値以下の場合には、 S_{min} を基準入力信号とし、一定値以上の場合には \bar{S} または $(\log S_{max} + \log S_{min})/2$ を基準入力信号とし、前記基準入力信号がそれぞれ所定の基準出力信号になるように放射線画像情報読出系のレベルを設定し、かつ前者の場合に、再生信号域を d_s とすると

$$\frac{d_s}{\log S_{max} - \log S_{min}} \quad \text{となるようにゲイン} \gamma$$

を調節し、後者の場合にはゲインを一定にして増幅することを特徴とする階調処理方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明、蓄積性蛍光体板に励起光を走査して、発光した光を検出することにより、蓄積性蛍光体板に記録されている放射線画像情報を読み出す放射線画像情報読出系に関し、さらに詳しくは読出時に読出系の出力レベルとゲインとを調節することにより、階調処理を行なう階調処理方法に関するものである。

蓄積性蛍光体は、放射線 (X線、 α 線、 γ 線、 β 線) が照射されると、その照射エネルギーの一部が蓄積される。この放射線画像情報を記録した蓄積性蛍光体に励起光を照射すると、蓄積されたエネルギーに応じて発光する。

この蓄積性蛍光体の性質を利用し、蓄積性蛍光体板にX線画像を記録し、この記録後に励起光で蓄積性蛍光体板を走査し、発光した光を光検出器で検出し、得られた電気信号で記録用レーザー光を制御して写真フィルムにX線画像を記録するX線画像再生装置が知られ

ている(米国特許第3,859,527号)。

この装置を用いて、人体を透過した放射線を記録、再生することにより医療診断用の放射線画像が得られるが、診断しやすい画像となるためには画像が常に一定の濃度範囲に再生されることが必要である。しかるに診断に用いられる画像は例えば乳房撮影や頸部撮影のように放射線が被写体を通る部分と通らない部分がありしたがってその記録信号の巾が極めて広いものから頸部単純撮影のように被写体を通る部分だけで画像が作られておりしたがってその記録信号の巾が比較的狭いものまで種々ある。さらに撮影時に造影剤や鉛の保護具を用いる場合は放射線の透過が非常に少ない部分が生じたがって記録信号レベルが極端に低い部分が生じる。このように多種多様な放射線画像を適正な濃度で記録することは大変むづかしく、従来オペレータの勘で階調処理条件を決める以外に手がなかった。

またオペレータはこの場合記録されている

-3-

($\log S_{\max} - \log S_{\min}$) が一定値以下であるかどうかによって2種類に分類し、一定値以下のときには、 S_{\min} が第1の基準出力信号 S_1 になるように光検出器のレベルを設定し、かつ写真フィルム上の再生濃度域 d_0 に対応する信号域を d_s とし、ゲインを r とすると、

$$\frac{d_s}{\log S_{\max} - \log S_{\min}} = r \text{ になるように増幅}$$

し、また一定値以上の場合には \bar{S} または $(\log S_{\max} + \log S_{\min})/2$ が第2の基準出力信号 S_2 になるように光検出器のレベルを設定し、かつ広い発光範囲をカバーすることができるよう設定した固定のゲインで増幅するようにしたことを特徴とするものである。

本発明においては、放射線画像情報の読取時に、光検出器のレベルとそのゲイン、または光検出器の出力信号を増幅する増幅器のゲインを制御し、それにより、再生画像のコントラストを調節するものであるから、階調処理が簡単に高速に行なうことができる。

-5-

特開 11348(2)

信号を読みとっていったん全デジタル信号として、ビデオテープ等の記録媒体に記録し、その画像特性をヒストグラム等を用いて解析して階調処理条件を決めた後写真フィルム等に再生するようにしていたがこの場合、大容量記録媒体が必要となり、装置の構成が複雑になるとともに、再生に時間がかかるという問題点があった。

本発明は上記欠点を解決するもので、簡単かつ高速にオペレータの手をかりずに放射線画像の階調処理を行い常に再生濃度が安定した診断しやすい放射線画像が得られるようにすることを目的としている。

本発明者らは放射線画像診断医と協力して鋭意研究した結果下記のような特徴を持つ階調処理方法で上記目的が達成されることを見出した。

すなわち、本発明は放射線画像記録時に測定した画像信号のうち、最大値 S_{\max} と、最小値 S_{\min} と、平均値 \bar{S} とを検出し、この

-4-

本発明において、蓄積性蛍光体としては、300~500 nm の輝性発光波長を有するものが好ましく、例えば希土類元素付活アルカリ土類金属フルオロハライド蛍光体〔具体的には、特願昭53-84742号明細書に記載されている $(Ba_{1-x-y}Mg_xCa_y)FX:Eu^{2+}$ (但し X は Cl および Br のうちの少なくとも1つであり、 x および y は $0 < x+y \leq 0.6$ かつ $xy \neq 0$ であり、 a は $10^{-6} \leq a \leq 5 \times 10^{-2}$ である)、特願昭53-84744号明細書に記載されている $(Ba_{1-x}M^{II}_x)FX:yA$ (但し M^{II} は Mg, Ca, Sr, Zn および Cd のうちの少なくとも1つ、 X は Cl, Br および I のうちの少なくとも1つ、 A は $Eu, Tb, Ce, Tm, Dy, Pr, Ho, Nd, Yb$ および Er のうちの少なくとも1つ、 x は $0 \leq x \leq 0.6$ 、 y は $0 \leq y \leq 0.2$ である)等〕；特願昭53-84740号明細書に記載されている $ZnS:Cu, Pb, BaO \cdot xAl_2O_3:Eu$ (但し $0.8 \leq x \leq 1.0$) および $M^{II}O \cdot xSiO_2:A$ (但し M^{II} は Mg, Ca, Sr, Zn, Cd または Ba であり、 A は $Ce, Tb, Eu, Tm, Pb, Tl, Bi$

-6-

または Mn であり、 x は $0.5 \leq x \leq 2.5$ である); および特願昭 53-84743 号明細書に記載された $\text{LaOX}_2 \cdot x\text{A}$ (但し Ln は La, Y, Gd および Lu のうちの少なくとも 1 つ、X は Cl および Br のうちの少なくとも 1 つ、A は Ce および Tb のうちの少なくとも 1 つ、 x は $0 < x < 0.1$ である); などが挙げられる。これらの内でも好ましいのは希土類元素付活アルカリ土類金属フルオロハライド蛍光体であるが、その中でも具体例として示したバリウムフルオロハライド類が特に輝光性の発光が優れているので好ましい。

また、この蓄積性蛍光体を用いて作成された蓄積性蛍光体板の蛍光体層を顔料又は染料を用いて着色すると、最終的に得られる画像の鮮鋭度が向上し好ましい結果が得られる。

(特願昭 54-71604 号)

本発明において、蓄積性蛍光体板に蓄積された放射線画像を読み出すための励起光としては、指向性の良いレーザ光が用いられる。

-7-

コースの上に塗布し、乾燥膜厚を 200μ としたものである。

前記蓄積性蛍光体は、放射線の照射時にも、入射した放射線量に応じて発光する。そこでこの蓄積性蛍光体板 3 の背後に多数のフォトダイオード $4a \sim 4n$ が配されており、この発光光を読み取り、増幅器 $5a \sim 5n$ で増幅し、しかる後記憶装置 6 に記憶する。

この記憶装置 6 のデータは読み出され、演算回路 7 で演算される。すなわちデータのうち最大値 S_{\max} と、最小値 S_{\min} 、平均値 \bar{S} が算出される。

なお、前記フォトダイオード $4a \sim 4n$ の前に蛍光体を配して、ここで透過放射線により発光した光を測定することもできる。

第 2 図は本発明のフローチャートである。前記演算回路 7 で、 $(\log S_{\max} - \log S_{\min}) < d_s$ かどうかについて判定される。ここで d_s は再生信号域を示し、最終的には写真フィルムの濃度域に換算できるものである。たとえば、写真フィルム

-9-

356-11348(3)
レーザ光の励起光源としては、発光光との分離を可能とし、S/N 比を向上させるために $500 \sim 800 \text{ nm}$ 、好ましくは $600 \sim 700 \text{ nm}$ の光を放出するもの、たとえば He-Ne レーザ (633 nm)、Kr レーザ (647 nm) が好ましいが、 $500 \sim 800 \text{ nm}$ 以外の光をカットするフィルターを併用すれば、上記以外の励起光源を用いることもできる。

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第 1 図は放射線画像記録装置を示すものである。放射線源 1 から放出された放射線例えば X 線は、被写体 2 を透過して蓄積性蛍光体板 3 に入射する。この蓄積性蛍光体板 3 にはこれに入射した放射線のエネルギーの一部を記憶する。

蓄積性蛍光体板 3 は、例えば 30 cm 角程度の大きさとし、これに平均粒子径が 10μ の蓄積性蛍光体例えば $\text{BaFBr} \cdot \text{Eu}$ 蛍光体をニトロセルロースを用いてベース例えば三酢酸セル

-8-

の再生濃度域を光学濃度 $0.2 \sim 2.2$ の 2.0 の範囲とすれば、それに対応して再生できる信号域が d_s となる。

もし d_s よりも小さい場合には S_{\min} が第 1 の基準出力信号 S_1 となるように脱取系のレベルが設定される。この場合に、増幅率 r は

$$\frac{d_s}{\log S_{\max} - \log S_{\min}}$$
 になるように脱取系のゲインが設定される。

もし、 d_s よりも大きい場合には、 \bar{S} または

$$\frac{\log S_{\max} + \log S_{\min}}{2}$$
 が第 2 の基準出力信号

S_2 になるようにレベル設定される。この場合にはゲイン r を一定にして増幅する。

第 3 図は本発明の方法を実施する脱取系の一実施態様を示すものである。レーザ光源 10 としては $600 \sim 700 \text{ nm}$ の波長にある赤色のレーザ光を放出するものが用いられる。このレーザ光源 10 から放出されたレーザ光 11 は、光偏向器例えばガルバノメータミラー 12

-10-

に入り、ここで一次的に偏向する。

光偏向器12で偏向された励起光は、蓄積性蛍光体板3に垂直に入射する。この蓄積性蛍光体板3は欠陥方向に移動し、それによって蓄積性蛍光体板3が二次的に光走査される。

前記蓄積性蛍光体板3の走査態にできるだけ近接して導光性シート13が配されている。この導光性シート13は、第4図に示すように、入射面13aを蓄積性蛍光体板3上の走査線に臨接させる必要上、直線状になっている。

射出面13bは光検出器の受光面に密着されるように円環状に加工されている。

導光性シート13としては、昭和54年7月11日付特許願(10) (出願人：富士写真フイルム株式会社、大日本塗料株式会社)に記載のものが用いられる。

導光性シート13は、1個だけでなく、走査線をはさんで反対の位置にもう1個設置す

-11-

れてきた光はそのままフォトマル14に入る。

このオプティカルファイバ16は、その入射面が光量変調器例えばA/O変調器17で変調された光を受ける位置に配されている。

階調設定時に挿入されるミラー18によってレーザ光2がレンズ20を介してA/O変調器18に送られる。なおミラー19の代わりにハーフミラーを配してレーザ光11の一部を取り出してもよい。

前記A/O変調器18は、基準入力信号設定器21からの基準信号で、レーザ光の光量を制御する。このA/O変調器18の他に、連続的な濃度ウェッジを持った回転板を用い、この回転角から光量調節したり、あるいはナイフエッジを上下動させて光量を制御することができる。

前記フォトマル14には高圧電源22が印加されており、例えば-500V~-1000Vの範囲で電圧を調節することができる。すなわち、第6図に示すように印加電圧をV₁か

-13-

特開56-11348(4)
ることができる。あるいは蓄積性蛍光体板3の上下に1個ずつ、もしくは2個ずつ等適宜配置してもよい。

導光性シート13で集光された光は、射出面13bに密着した光検出器例えばフォトマル14の端面に形成した円形の受光面に入射する。フォトマル14はS-11タイプの分光感度を持ったものが用いられる。

第5図に示すように、フォトマル14の受光面には、400nmの波長の光に対して透過率が80%で、633nm光に対しては透過率が0.1%以下であるフィルタ15が貼着されている。このフィルタ15に導光性シート13の射出面13bが密着し、それによって、300~500nmの発光光だけがフォトマル14で測定される。

またフィルタ15は、その中央に孔15aが形成されており、この孔15aにオプティカルファイバ16の射出面が密着されている。したがってオプティカルファイバ16から送ら

-12-

らV₂まで変えることにより、フォトマル14の出力レベルが変化する。

このフォトマル14の出力電流は、電圧変換回路23によって電圧値に変換されてから対数変換回路24に送られる。この対数変換回路24でLog変換された後、増幅器25に輸入される。この増幅器25は、ゲイン設定回路26からの信号によってそのゲインが調節される。

また脱出系の階調設定時には、フォトマル14の出力電圧と、基準電圧設定回路27からの基準出力信号例えばS1またはS2とが比較回路28で比較され、両者が一致するように、フォトマル14の高圧電源22が制御される。

つぎに上記構成の放射線画像情報脱取系の作用について説明する。

蓄積性蛍光体板3から放射線画像情報を脱み出すに当り、まずミラー19を光路内に入れてレーザ光源10からのレーザ光をA/O変

-14-

調整器18に入れる。このA/O変調器18は、基準信号設定回路21からの基準入力信号によってレーザ光の強度を調整する。

前記($\log S_{\max} - \log S_{\min}$)の値が一定の信号域 d_s よりも小さいときには、 S_{\min} が第1の基準出力信号 S_1 と同じになるようにレベルが設定される。基準出力信号 $S_1 = S_{\min}$ とした場合には、この信号 S_{\min} でA/O変調器18が制御される。この調整されたレーザ光はオプティカルファイバ16を通過してフォトマル14に伝達される。このフォトマル14の出力信号は電圧変換回路23で電圧値に変換され、比較回路28に送られる。

この比較回路28でフォトマル14と、第1の基準出力信号 S_1 とが比較され、両者が一致するように、高圧電源22が調節される。ここで第1の基準出力信号 S_1 を50 mVとすると、第7図に示すようにフォトマル14の出力レベルが設定される。

そして、レベル設定と同時に、式

-15-

このレベル設定と同時に増幅器25のゲイン r が予め決められた一定値に設定される。したがって、第10図に示すような階調処理が行なわれる。

上記の階調処理によって任意の再生信号域を持った放射線画像を適正な濃度域に再生することができた。例えば S_{\min} が鉛の保護具で保護されてほとんど放射線の当らなかった部分を代表してしまった場合は再生すべき信号域が広くなりすぎるため \bar{S} ないしは

$\frac{\log S_{\max} + \log S_{\min}}{2}$ を用いてレベル設定され

ることになり、画像濃度が全体に高くなって見ずらくなるのを防止することができたし、放射線の吸収差の非常に少ない被写体の場合はゲインを上げることによって画像を見やすくすることができた。さらに S_{\max} が被写体のない部分を示し、再生すべき信号域が広くなりすぎた場合は、レベル設定が適正化されることによりその部分から発した強い光でフォト

-17-

$$r = \frac{d_s}{\log S_{\max} - \log S_{\min}} \text{ で算出したゲイン } r$$

がゲイン設定回路26から増幅器25に入力される。

このレベル、ゲイン設定を行なってから、ミラー10を除去し、光偏向器12で移動中の蓄積性蛍光体板3を走査する。蓄積性蛍光体板3から発光した光は、導光性シート13を通過してフォトマル14に伝達される。

この場合には、第9図に示すように階調処理され、コントラストが良好になる。

また($\log S_{\max} - \log S_{\min}$)が d_s よりも大きい場合は、放射線の透過率が広い範囲で分布しているときである。この場合には基準入力信号として \bar{S} または $\frac{\log S_{\max} + \log S_{\min}}{2}$ を用い、この信号でA/O変調器18を制御する。そして、第2の基準出力信号 S_2 として例えば500 mVが選択され、第8図に示すようにフォトマル14の出力電圧が500 mVになるようにレベル設定される。

-16-

マル14が劣化するのを防止することでもできた。

なお上記の実施態様は励起用のレーザ光の変動をも補正する効果をも持ち、有用な態様ではあるが、本発明の階調処理を実現する唯一の態様でないことは言うまでもない。例えば第6図のような特性が横軸を基準入力信号にしてあらかじめ詳細に校正されておれば基準入力信号に対して、所望の出力レベルを持つために必要なフォトマルの高圧電源電圧を校正表より読みとって高圧電源のダイヤルをセットする方法もある。

上記したように、本発明は放射線画像情報の読出系の出力レベルと、そのゲインとを変えて階調処理を施すものであるから、階調処理が簡単で、しかも高速に行なうことができる。

4. 図面の簡単な説明

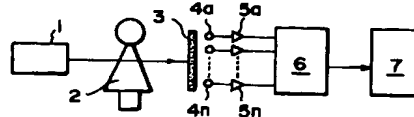
第1図は放射線画像記録装置の側面図、第2図は本発明の方法を示すフローチャート、

-18-

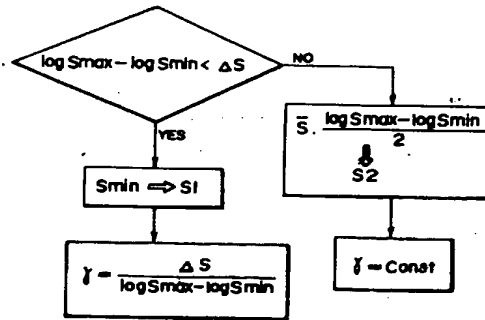
第3図は放射線画像情報採取系の斜視図、第4図は導光性シートの斜視図、第5図はフォトマルの斜視図、第6図はフォトマルの出力特性図、第7図および第8図はそれぞれレベル設定を示すグラフ、第9図および第10図は γ 設定を示すグラフである。

1…放射線源、3…蓄積性蛍光体板、4a
～4n…フォトダイオード、6…記憶回路、
7…演算回路、10…レーザ光源、12…光
偏向器、13…導光性シート、14…フォト
マル、16…光学ファイバ、18…
A/D変調器、21…基準信号設定回路、22
…高圧電源、24…対数変換回路、25…増
幅器、26…ゲイン設定回路、27…基準電
圧設定回路、28…比較回路。

第1図

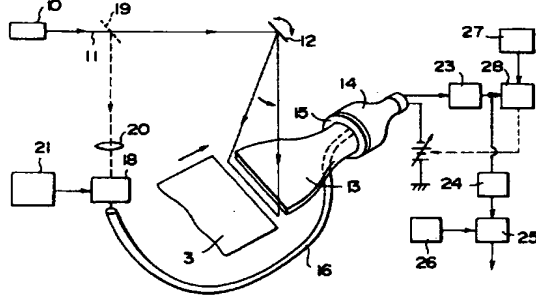


第2図

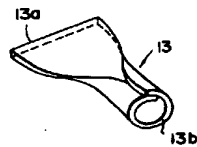


-19-

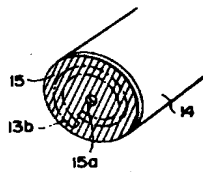
第3図



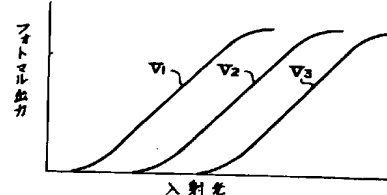
第4図



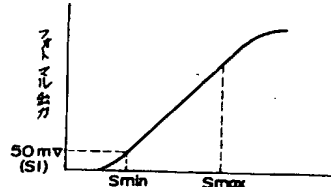
第5図



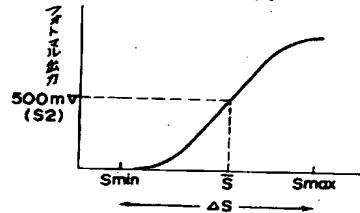
第6図



第7図

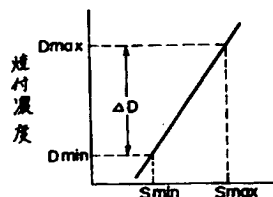


第8図

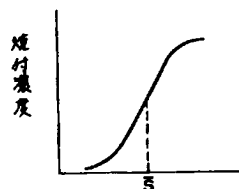


-238-

第 9 図



第 10 図



(自 発) 手 続 補 正

56- 11348(7)

昭和 55 年 7 月 14 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和 54 年 特 許 願 第 87805 号

2. 発明の名称

放射線画像の階調処理方法

3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住 所

神奈川県南足柄市中沼210番地

名 称

(株)富士写真フイルム株式会社

(氏 名)

4. 代 理 人

〒106 東京都港区六本木5-2-1

ほうらいヤビル702号 電話 (479) 2367

7318) 弁護士 棚 田 征 史

5. 補正命令の日付

な し

6. 補正により増加する発明の数

な し

7. 補 正 の 対 象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

8. 補 正 の 内 容

(1) 明細書第13頁第3行目

「A/O変調器17」を「A/O変調器18」と訂正する。

(2) 同頁第5行目

「ミラー18」を「ミラー19」と訂正する。

(3) 同第15頁第14行目

「フォーマット14」と「と、第」の間に「の出力」を加入する。